



①⑨ BUNDESREPUBLIK
DEUTSCHLAND



DEUTSCHES
PATENTAMT

⑫ **Offenlegungsschrift**
⑩ **DE 41 24 538 A 1**

⑤① Int. Cl.⁵:
B 23 B 5/44
B 23 Q 27/00

②① Aktenzeichen: P 41 24 538.5
②② Anmeldetag: 24. 7. 91
②③ Offenlegungstag: 15. 10. 92

DE 41 24 538 A 1

③⑩ Innere Priorität: ③② ③③ ③①
28.03.91 DE 41 10 396.3

⑦① Anmelder:
Heckler & Koch Maschinen- und Anlagenbau GmbH,
7230 Schramberg, DE

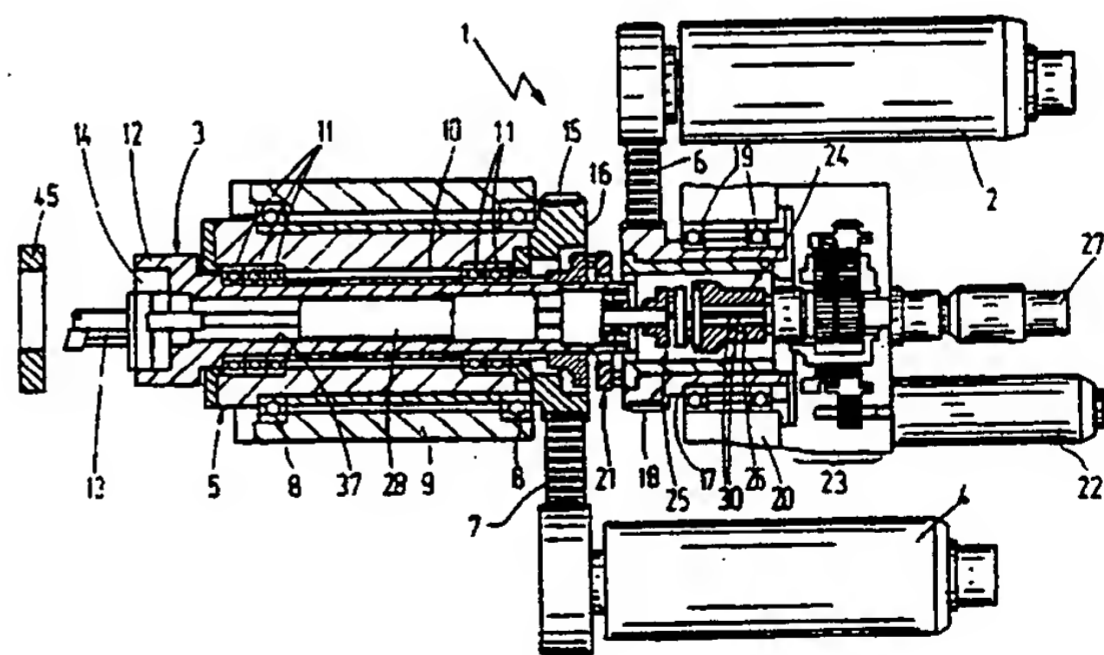
⑦④ Vertreter:
Kohler, R., Dipl.-Phys.; Schmid, B., Dipl.-Ing.;
Holzmüller, R., Dipl.-Ing. Dr.-Ing.; Rüdell, D.,
Dipl.-Ing. Dipl.-Wirtsch.-Ing., Pat.-Anwälte, 7000
Stuttgart

⑦② Erfinder:
Stenzel, Heinz, Dipl.-Ing. (FH), 7213 Dunningen, DE

Prüfungsantrag gem. § 44 PatG ist gestellt

⑤④ Vorrichtung zum Bearbeiten von Werkstücken

⑤⑦ Bei einer Vorrichtung (1) zum Bearbeiten von Werkstücken mit einer von der Kreisform abweichenden Außen- und/oder Innenkontur, mit einer drehbar gelagerten und angetriebenen Werkstückaufnahme, mit einer drehbar gelagerten und angetriebenen Werkzeugspindel (3), mit einer drehbar gelagerten und angetriebenen, die Werkzeugspindel (3) aufnehmenden und lagernden Exzentrerspindel (5), in der die Werkzeugspindel (3) radial verlagerbar ist, und mit einem an der Werkzeugspindel (3) vorgesehenen, das Werkzeug (13) aufnehmenden Werkzeugträger (12), wird die Vielfalt an zu erzeugenden Formen dadurch erhöht, daß das Werkzeug (13) über einen separaten Antrieb (22) im Werkzeugträger (12) bezüglich der Werkzeugträgerachse verlagerbar angeordnet ist. Dies erlaubt eine radiale Zustellung des Werkzeugs (13) während des Betriebs (Fig. 1).



DE 41 24 538 A 1

Die Erfindung betrifft eine Vorrichtung zum Bearbeiten von Werkstücken mit einer von der Kreisform abweichenden Außen- und/oder Innenkontur, mit einer drehbar gelagerten und angetriebenen Werkstückaufnahme, mit einer drehbar gelagerten und angetriebenen Werkzeugspindel, mit einer drehbar gelagerten und angetriebenen, die Werkzeugspindel aufnehmenden und lagernden Exzentrerspindel, in der die Werkzeugspindel radial verlagerbar ist und mit einem an der Werkzeugspindel vorgesehenen, das Werkzeug aufnehmenden Werkzeugträger.

Derartige Vorrichtungen sind zum Beispiel aus der EP-PS 02 36 462 bekannt. Mit derartigen Bearbeitungsvorrichtungen können Werkstücke hergestellt werden, die polygonale Oberflächen aufweisen. Hierfür beschreibt das spanabhebende Werkzeug die zum Bearbeiten erforderliche Kurve und bewegt sich relativ zum Werkstück. Die Bahnkurve des Werkzeugs wird von der Lage der das Werkzeug tragenden Werkzeugspindel innerhalb der Exzentrerspindel sowie von den Relativbewegungen der Exzentrerspindel, der Werkzeugspindel und des Werkstückes bestimmt. Die Werkzeugspindel ist derart in der Exzentrerspindel gelagert, daß durch geeignete Verstellung der Exzentrerspindel eine radiale Verlagerung der Achse der Werkzeugspindel bezüglich der Achse der Exzentrerspindel möglich ist. Hierdurch wird eine erste Exzentrizität erzeugt, die vom Abstand der beiden Achsen der Exzentrerspindel und der Werkzeugspindel abhängt. Ferner sind die Achsen der Exzentrerspindel und der Werkstückaufnahme und somit des Werkstückes relativ zueinander in radialer Richtung verlagerbar, wodurch eine zweite Exzentrizität erzeugt wird. Werden nun das Werkstück, die Exzentrerspindel und die in dieser gelagerte Werkzeugspindel in Drehung versetzt, so beschreibt das Werkzeug eine zyklische Kurve. Das Drehzahlverhältnis von Werkstück und Werkzeugspindel bestimmt die Anzahl der Ecken bzw. Teilung des Polygonprofils. Mit einer derart ausgestalteten Bearbeitungsvorrichtung können elliptische und andere unrunde Konturen zum Beispiel für Pumpengehäuse, Läufer, formschlüssige Kupplungen, Trochoidenpumpen, homokinetische Gelenke, Freiläufe und dergleichen hergestellt werden. So können zum Beispiel P3G-Polygonprofile als Innen- und Außenprofile für Wellen- und Nabenverbindung als Ersatz für die übliche Paßfeder- und Keilwellenverbindung hergestellt werden. Es hat sich gezeigt, daß derartige Profile zwar mit einer sehr hohen Genauigkeit hergestellt werden können, jedoch die Form der Profile auf die Zylinderform, die unter Umständen auch gewandelt sein kann, beschränkt bleibt. Kegelige bzw. konische Profile sind mit dieser bekannten Vorrichtung nicht herstellbar.

Der Erfindung liegt daher die Aufgabe zugrunde, eine Vorrichtung der eingangs genannten Art derart weiterzubilden, daß mit ihr eine größere Vielfalt von Profilen herstellbar ist.

Diese Aufgabe wird erfindungsgemäß dadurch gelöst, daß das Werkzeug über einen separaten Antrieb im Werkzeugträger bezüglich der Werkzeugträgerachse verlagerbar angeordnet ist, wobei Kraftübertragungsmittel vorgesehen sind, die konzentrisch in der Werkzeugspindel angeordnet und mit dem Werkzeug verbunden sind.

Das herzustellende Profil ist durch die Drehzahlen des Werkstückes, der Werkzeugspindel und der Exzentrerspindel, die Exzentrizitäten von Werkstückachse zur

Exzentrerspindelachse, Exzentrerspindelachse zur Werkzeugspindelachse und Werkzeugspindelachse zur Werkzeugschneide sowie durch die Phasenlagen des Werkstückes, der Werkzeugspindel und der Exzentrerspindel bestimmt. Mittels des erfindungsgemäßen Antriebs, mit dem die Exzentrizität der Werkzeugschneide bezüglich der Werkzeugspindelachse während des Bearbeitungsvorganges verstellt werden kann, können zum Beispiel unter Beibehaltung der Basiskontur des Polygons kegelige oder konische Ausgestaltungen hergestellt werden. Dabei kann der Kegelwinkel konstant oder auch variabel sein.

Es können somit auch in Werkstückachse ballige Formen hergestellt werden.

Vorteilhaft kann über den erfindungsgemäßen Antrieb die Exzentrizität der Werkzeugschneide nicht nur bei Stillstand der gesamten Vorrichtung, sondern auch während des Betriebes beliebig angesteuert werden, so daß die Exzentrizität beliebig veränderbar ist. Dabei kann der Antrieb in Abhängigkeit einer oder mehrerer der Drehzahlen und/oder des axialen Vorschubs des Werkzeugs bzw. Werkstückes angesteuert sein. Der Antrieb ist somit unabhängig vom Bewegungsmodus der Werkzeugspindel und des Werkstückes. Ferner ist der Antrieb unabhängig vom Bewegungsmodus der Exzentrerspindel.

Gemäß einem bevorzugten Ausführungsbeispiel ist der Antrieb über die Werkzeugspindel durchgreifende Kraftübertragungsmittel mit dem Werkzeug verbunden. Hierdurch wird eine räumliche Trennung zwischen dem Antrieb und der Werkzeugspindel erzielt, so daß eine direkte Beeinflussung der Bewegung des Kraftübertragungsmittels und somit des Werkzeugs durch die Werkzeugspindel oder durch die Exzentrerspindel nicht stattfindet. Falls eine Kopplung der Bewegung des Werkzeuges an die Bewegung der Werkzeugspindel gewünscht ist, kann hierfür ein weiteres Übertragungsmittel, zum Beispiel ein Getriebe oder dergleichen vorgesehen sein.

Gemäß einem bevorzugten Ausführungsbeispiel ist der Antrieb in einem dem Werkzeugträger gegenüberliegenden Bereich der Werkzeugspindel vorgesehen. Dies hat den Vorteil, daß das eine Ende des Kraftübertragungsmittels mit dem Werkzeug und das andere Ende mit dem Antrieb verbunden ist, wobei beide Enden außerhalb der Werkzeugspindel liegen.

Eine vorteilhafte Weiterbildung sieht vor, daß das Werkzeug über einen auf dem Werkzeugträger radial verfahrbaren Schlitten am Werkzeugträger befestigt ist. Mittels dieses Schlittens ist ein positionsgenaueres Verstellen des Werkzeuges in radialer Richtung möglich, wobei der Schlitten, da er ausschließlich in radialer Richtung verfahrbar ist, Kräfte in Tangentialrichtung und in Umfangsrichtung aufnehmen kann. Eine sichere Abstützung des Werkzeuges ist somit gewährleistet. Bevorzugt ist der Schlitten beidseits der Achse des Werkzeughalters um jeweils 15 mm, insbesondere jeweils 10 mm verfahrbar. Diese Verstellung entspricht der Exzentrizität des Werkzeuges gegenüber der Werkzeugspindelachse.

Eine vorteilhafte Ausgestaltung sieht vor, daß das Werkzeug über Kraftübertragungsmittel mit dem Antrieb verbunden ist, die eine Drehbewegung des Antriebes in eine Linearbewegung überführen. Mittels dieser Kraftübertragungsmittel wird die translatorische Bewegung des Schiebers erzielt, wobei diese Bewegung wiederum unabhängig von der Drehbewegung der Werkzeugspindel erfolgt.

Dabei ist vorgesehen, daß die Kraftübertragungsmittel eine Spindeleinheit umfassen, über die eine Stellmutter eines Linearantriebes bewegbar ist. Die Umsetzung der Drehbewegung in die translatorische Bewegung erfolgt dabei in der Stellmutter, die spielfrei die Spindeleinheit umgreift.

Vorteilhaft wird die Spindeleinheit von einem Kugel- oder Rollengewindetrieb gebildet. Hierdurch wird eine besonders reibungsarme Kraftübertragung erzielt.

Mit Vorteil weist das werkzeugseitige Ende der Kraftübertragungsmittel eine Schrägverzahnung auf, die in eine am Schlitten vorgesehene, schrägverzahnte Zahnstange eingreift. Hierdurch wird die in Achsrichtung verlaufende Translationsbewegung in eine dazu senkrechte, in radialer Richtung verlaufende Translationsbewegung überführt. An Stelle dieser Schrägverzahnung kann das werkzeugseitige Ende der Kraftübertragungsmittel als Zahnstange ausgebildet sein, die über ein Ritzel mit einer am Schlitten angeordneten Zahnstange im Eingriff ist. Diese Kraftübertragungsmittel übertragen die Drehbewegung bis zum Schlitten.

Bei einer besonders bevorzugten Ausgestaltung ist vorgesehen, daß bei stillstehendem Antrieb das Kraftübertragungsmittel mit der Drehzahl der Werkzeugspindel umläuft. In diesem Fall führt das Kraftübertragungsmittel keine Translationsbewegung aus, so daß der Schlitten und somit auch das Werkzeug in Bezug auf den Werkzeughalter eine Ruhelage einnimmt. Diese Ruhelage ist unabhängig davon, welche Drehzahl die Werkzeugspindel besitzt.

In vorteilhafter Weise ist bei stillstehendem Antrieb das Kraftübertragungsmittel bezüglich der Werkzeugspindel in Ruhe. In den Fällen, in denen zylindrische Formen hergestellt werden, ist demnach keine Relativbewegung zwischen dem Kraftübertragungsmittel und der Werkzeugspindel erforderlich bzw. bedarf es weder einer Ansteuerung des Antriebs noch einer Überlagerung von Bewegungen in einem die Kraftübertragungselemente antreibenden Getriebe.

Gemäß einem bevorzugten Ausführungsbeispiel ist der Antrieb in Abhängigkeit der Drehzahl der Werkzeugspindel ansteuerbar. Dies kann bei Antrieben der Fall sein, die die Kraftübertragungsmittel über ein Getriebe antreiben, dies kann jedoch auch bei Antrieben der Fall sein, die die Kraftübertragungsmittel direkt antreiben. Bei diesen Ausführungsformen dreht sich dann, wenn eine Verstellung des Werkzeugs nicht erwünscht ist, der Antrieb mit der gleichen Drehzahl wie die Werkzeugspindel, so daß die Kraftübertragungsmittel relativ zur Werkzeugspindel in Ruhe sind. Ist eine Verstellung des Werkzeugs erwünscht, so wird der Antrieb derart angesteuert, daß eine Drehzahldifferenz zur Drehzahl der Werkzeugspindel besteht. Mit dieser Drehzahldifferenz drehen sich die Kraftübertragungsmittel mit Bezug auf die Werkzeugspindel und über diese Drehzahldifferenz wird der das Werkzeug tragende Schlitten bewegt. Dabei bewirkt eine positive Drehzahldifferenz eine Bewegung des Schlittens in die eine Richtung und eine negative Drehzahldifferenz eine Bewegung des Schlittens in die andere Richtung.

Bei einer Weiterbildung ist vorgesehen, daß der Antrieb in Abhängigkeit der axialen Bewegung des Werkstücks ansteuerbar ist. Hierdurch können hochgenaue Kegel gefertigt werden. Ist der Antrieb über ein Getriebe mit den Kraftübertragungsmitteln gekoppelt, so kann eine Abhängigkeit der Steuerung des Antriebs von der Drehzahl der Werkzeugspindel entfallen. Bei einer direkten Koppelung von Antrieb und Übertragungsmit-

tel bedarf es einer Ansteuerung des Antriebs in Abhängigkeit von der Drehzahl der Werkzeugspindel sowie einer Abhängigkeit der Drehzahl des Antriebs von der axialen Bewegung des Werkstücks relativ zum Werkzeug.

Eine bevorzugte Weiterbildung sieht vor, daß die Kraftübertragungsmittel Schmier- und Kühlmittel führende Leitungen aufweisen. Über diese Leitungen werden den Lagern der Kraftübertragungsmittel und der Werkzeugspindel Schmiermittel zugeführt.

Ferner wird dem vom Werkzeugträger aufgenommenen Werkzeug Kühlmittel zugeleitet. Das Einbringen der Schmier- und Kühlmittel erfolgt an dem dem Werkzeug gegenüberliegenden Ende der Kraftübertragungsmittel mittels eines Drehverteilers.

Weitere Vorteile, Merkmale und Einzelheiten der Erfindung ergeben sich aus der nachfolgenden Beschreibung, in der unter Bezugnahme auf die Zeichnung ein besonders bevorzugtes Ausführungsbeispiel im einzelnen beschrieben ist. Dabei zeigen:

Fig. 1 einen schematischen Aufbau der Vorrichtung;

Fig. 2 einen Schnitt durch die in der exzentrisch gelagerten Werkzeugspindel vorgesehenen Kraftübertragungsmittel; und

Fig. 3 einen Schnitt durch den Werkzeugträger.

In Fig. 1 ist in schematischer Darstellung die Bearbeitungsvorrichtung, die insgesamt mit 1 bezeichnet ist, wiedergegeben. In der Fig. 1 sind ein Antrieb 2 für eine Werkzeugspindel 3 sowie ein Antrieb 4 für eine Exzenter-spindel 5 erkennbar. Die Antriebe 2 und 4 sind elektronisch ansteuerbare Servomotoren mit einem stufenlosen Drehzahlbereich 0 bis 4000 min^{-1} . Die Kraftübertragung vom Antrieb 2 auf die Werkzeugspindel 3 erfolgt über einen ersten Zahnriemen 6, und die Kraftübertragung vom Antrieb 4 auf die Exzenter-spindel 5 erfolgt über einen zweiten Zahnriemen 7. Ein Getriebe für die Antriebe 2 und 4 ist nicht erforderlich, da sie elektronisch ansteuerbar sind. Bei hier nicht dargestellten Ausführungsformen kann jedoch auch ein Über- bzw. Untersetzungsgetriebe vorgesehen sein.

Wie aus der Zeichnung erkennbar, stützt sich die Exzenter-spindel 5 über Lager 8 an einer gehäusefesten Aufnahme 9 ab. Die Exzenter-spindel 5 ist aus zwei ineinander gesteckten Exzenterhülsen gebildet, wobei die beiden Exzenterhülsen jeweils eine exzentrische Bohrung aufweisen. Durch gegenseitiges Verdrehen der beiden Exzenterhülsen kann die Achse der Bohrung der inneren Hülse gegenüber der Drehachse der Exzenter-spindel 5 radial verstellt werden. Die maximale Verstellung beträgt bei diesem Ausführungsbeispiel 6 mm. Der Einfachheit halber ist in der Fig. 1 lediglich die Exzenter-spindel 5 als Ganzes wiedergegeben, wobei die Bohrung der Exzenter-spindel 5 der Bohrung der inneren Exzenterhülse entspricht. In diese Bohrung 10 ist über Lager 11 die Werkzeugspindel 3 festgelegt. Durch eine Verdrehung der beiden (nicht gezeigten) Exzenterhülsen wird also die Lage der Drehachse der Werkzeugspindel 3 gegenüber der Drehachse der Exzenter-spindel 5 radial verschoben.

Die Werkzeugspindel 3 ist an ihrem in der Fig. 1 linken Ende als Werkzeugträger 12 ausgebildet, an dem ein Werkzeug 13 befestigt ist. Dabei ist das Werkzeug 13 über einen Schlitten 14 in radialer Richtung im Werkzeugträger 12 verschieblich gelagert. Der Verschiebeweg beträgt von der Achse des Werkzeugträgers 12 ausgehend 10 mm, so daß eine maximale Verstellung von 20 mm erzielbar ist.

Wie bereits erwähnt, erfolgt die Kraftübertragung

vom Antrieb 4 auf die Exzentrerspindel 5 über einen Zahnriemen 7. Dieser Zahnriemen greift an der Exzentrerspindel 5 an einem Zahnkranz 15 an. Dieser Zahnkranz 15 befindet sich an einem hülsenförmigen Element 16, welches von der Werkzeugspindel 3 axial durchgriffen ist. Der Antrieb der Werkzeugspindel 3 erfolgt über den Antrieb 2, der mittels des Zahnriemens 6 ein hülsenförmiges Element 17 antreibt, an dem er über einen Zahnkranz 18 angreift. Dieses hülsenförmige Element stützt sich über Lager 19 an einer gehäusefesten Aufnahme 20 ab. Die Kraftübertragung vom hülsenförmigen Element 17 auf die Werkzeugspindel 3 erfolgt über eine Fluchtkupplung 21, welche die Exzentrizität der Achse der Werkzeugspindel 3 und der Drehachse des hülsenförmigen Elements 17 ausgleicht. An Stelle der Fluchtkupplung 21 können auch andere, Drehbewegungen exzentrisch übertragende Kupplungen eingesetzt werden. Wird nun die Werkzeugspindel 3 in der Bohrung der Exzentrerspindel 5 radial verlagert, so bleibt die Lage des hülsenförmigen Elements 17 bezüglich der Aufnahme 20 unverändert und die beiden Drehachsen der Werkzeugspindel 3 und des hülsenförmigen Elements 17 weisen einen Abstand, sprich eine Exzentrizität auf. Trotz dieser Exzentrizität wird die Drehbewegung des hülsenförmigen Elements 17 über die Fluchtkupplung 21 auf die Werkzeugspindel 3 und demgemäß auf das im Werkzeugträger 12 sich befindende Werkzeug 13 übertragen.

Die Bearbeitungsvorrichtung 1 ist außerdem mit einem weiteren Antrieb 22 ausgestattet, über den das Werkzeug 13 im Werkzeugträger 12 radial verstellt werden kann. Der Antrieb 22 ist über ein insgesamt mit 23 bezeichnetes Getriebe mit Kraftübertragungsmitteln 24 verbunden, wobei die Kraftübertragungsmittel 24 am Schlitten 14 angreifen. Die Kraftübertragungsmittel 24 sind eingehender weiter unten zur Fig. 2 beschrieben. Auch das Getriebe ist weiter unten, in Verbindung mit der Beschreibung zu Fig. 3, näher erläutert.

Die Kraftübertragungsmittel 24 weisen einen ersten, radial verlagerbaren Abschnitt 28 auf, der in einer Durchführung 37 in der Werkzeugspindel 3 angeordnet ist. Da die Werkzeugspindel 3 radial bezüglich der Exzentrerspindel 5 und somit bezüglich des Gehäuses verschiebbar ist, ist auch dieser Teil der Kraftübertragungsmittel 24 in radialer Richtung bezüglich des Gehäuses bewegbar. Um eine Kraftübertragung vom gehäusefesten Antrieb 22 über das Getriebe 23 auf den radial verlagerbaren Abschnitt 28 zu ermöglichen, ist der radial bewegliche Abschnitt 28 der Kraftübertragungsmittel 24 ebenfalls mit einer Fluchtkupplung 25 versehen, der diesen Abschnitt 28 mit einem radial nicht verlagerbaren Abschnitt 26 verbindet.

Schließlich sind die Kraftübertragungsmittel 24 mit einem Drehverteiler 27 für Schmier- und Kühlmittel versehen, wobei das Schmiermittel über in den Kraftübertragungsmitteln 24 geführten Leitungen den Lagerstellen und das Kühlschmiermittel über weitere Leitungen dem Werkzeug 13 zugeführt werden. Der konstruktive Aufbau des verlagerbaren Abschnitts 28 ist in Fig. 2 im Detail dargestellt. Mit dem Werkzeug 13 ist ein Werkstück 45 wie in der Fig. 1 gezeigt bearbeitbar. Exzentrische Ausnehmungen sind wie am Werkstück 45 beispielhaft gezeigt, einfach und mit hoher Genauigkeit herzustellen.

In der Fig. 2 ist der insgesamt mit 28 bezeichnete Abschnitt der Kraftübertragungsmittel 24 gezeigt, der in der Werkzeugspindel 3 über mehrere Lager 32 gelagert ist. Die so gelagerte Welle 29 ist an ihrem dem

Werkzeugträger 12 zugewandten Ende als Spindeleinheit 34 ausgebildet und mit einem Gewinde 33 versehen, das von zwei gegenseitig verspannten Stellmuttern 35 umgriffen ist. Durch Drehung des Wellenzapfens 29 wird die Spindeleinheit 34 mehr oder weniger weit in die Stellmutter 35 eingeschraubt. Diese Stellmutter 35 ist in einem Schieber 36 festgelegt. Die das Gewinde 33 aufweisende Spindeleinheit 34 sowie seine Verlängerung bis zum Wellenzapfen 29 ist zwar drehbar, jedoch in axialer Richtung unverschieblich in der Bohrung 37 der Werkzeugspindel 3 festgelegt. Eine Drehbewegung des Wellenzapfens 29 bewirkt demnach eine Drehbewegung der Spindeleinheit 34 und somit eine axiale Verschiebung der Stellmutter 35 auf dem Gewinde 33 der Spindeleinheit 34. Da die Stellmutter 35 drehfest im Schieber 36 und der Schieber 36 drehfest in der Werkzeugspindel 3 untergebracht sind, verschiebt sich der Schieber 36 entsprechend der Drehbewegung am Wellenzapfen 29. Diese Translationsbewegung wird über angeschraubte Zwischenstücke 38 ins Innere des Werkzeugträgers 12 übertragen. Der Wellenzapfen 29 nimmt Schmier- und Kühlmittleitungen 30 auf, die über Querbohrungen 31 zu den Lagerstellen führen.

Wie aus der Fig. 3 ersichtlich, ist der vordere Abschnitt des Schiebers 36, wie an sich bekannt, mit einer Schrägverzahnung 39 versehen. Dieser schrägverzahnte Abschnitt greift in eine ebenfalls mit einer Schrägverzahnung 40 ausgestattete Zahnstange des Schlittens 14, so daß eine Bewegung des Schiebers 36 gemäß dem Pfeil 41 in eine Bewegung des Schlittens 14 gemäß dem Pfeil 42 übertragen wird. Da die Schrägverzahnung 39 auf zwei einander gegenüberliegenden Seiten am Schieber 36 vorgesehen ist, wird bei einer Bewegung des Schiebers 36 gemäß dem Pfeil 41 nicht nur der Schlitten 14, sondern auch ein Auswuchtelement 43 bewegt. Dabei sind die Bewegungen des Schlittens 14 und des Auswuchtelements 43 einander entgegengesetzt, was durch den umgekehrten Pfeil 44 angedeutet sein soll. Wird nun beispielsweise der Schieber 36 in der Fig. 2 nach rechts verschoben, so verlagert sich der Schlitten 14 nach unten und das Auswuchtelement 43 nach oben. Die Gewichtsverteilung von Schlitten 14 und Auswuchtelement 43 ist innerhalb des Werkzeugträgers 12 nach wie vor gleichmäßig.

Patentansprüche

1. Vorrichtung zum Bearbeiten von Werkstücken mit einer von der Kreisform abweichenden Außen- und/oder Innenkontur, mit einer drehbar gelagerten und angetriebenen Werkstückaufnahme, mit einer drehbar gelagerten und angetriebenen Werkzeugspindel (3), mit einer drehbar gelagerten und angetriebenen, die Werkzeugspindel (3) aufnehmenden und lagernden Exzentrerspindel (5), in der die Werkzeugspindel (3) radial verlagerbar ist, und mit einem an der Werkzeugspindel (3) vorgesehenen, das Werkzeug (13) aufnehmenden Werkzeugträger (12), dadurch gekennzeichnet, daß das Werkzeug (13) im Werkzeugträger (12) bezüglich der Werkzeugträgerachse über einen separaten Antrieb (22) verlagerbar angeordnet ist, wobei Kraftübertragungsmittel (24) vorgesehen sind, die konzentrisch in der Werkzeugspindel (3) angeordnet und mit dem Werkzeug (13) verbunden sind.
2. Vorrichtung nach Anspruch 1, dadurch gekennzeichnet, daß der Antrieb (22) unabhängig vom Bewegungsmodus der Werkzeugspindel (3) ist.

3. Vorrichtung nach Anspruch 1 oder 2, dadurch gekennzeichnet, daß der Antrieb (22) unabhängig vom Bewegungsmodus der Exzenter spindle (5) ist.
4. Vorrichtung nach einem der vorhergehenden Ansprüche, dadurch gekennzeichnet, daß der Antrieb (22) in einem dem Werkzeugträger (12) gegenüberliegenden Bereich der Werkzeugspindel (3) vorgesehen ist.
5. Vorrichtung nach einem der vorhergehenden Ansprüche, dadurch gekennzeichnet, daß das Werkzeug (13) über einen auf dem Werkzeugträger (12) radial verfahrbaren Schlitten (14) am Werkzeugträger (12) befestigt ist.
6. Vorrichtung nach einem der vorhergehenden Ansprüche, dadurch gekennzeichnet, daß das Werkzeug (13) über Kraftübertragungsmittel (24) mit dem Antrieb (22) verbunden ist, die eine Drehbewegung des Antriebs (22) in eine Linearbewegung überführen.
7. Vorrichtung nach einem der Ansprüche 1 bis 6, dadurch gekennzeichnet, daß die Kraftübertragungsmittel (24) eine Spindeleinheit (34) umfassen, über die eine Stellmutter (35) eines Linearantriebes bewegbar ist.
8. Vorrichtung nach Anspruch 7, dadurch gekennzeichnet, daß die Spindeleinheit (34) von einem Kugel- oder Rollengewindeantrieb gebildet wird.
9. Vorrichtung nach einem der Ansprüche 6 bis 8, dadurch gekennzeichnet, daß das werkzeugseitige Ende der Kraftübertragungsmittel (24) eine Schrägverzahnung (39) aufweist, die in eine am Schlitten (14) vorgesehene schrägverzahnte Zahnstange (40) eingreift.
10. Vorrichtung nach einem der vorhergehenden Ansprüche, dadurch gekennzeichnet, daß der Antrieb (22) in Abhängigkeit der Drehzahl der Werkzeugspindel (3) ansteuerbar ist.
11. Vorrichtung nach einem der vorhergehenden Ansprüche, dadurch gekennzeichnet, daß der Antrieb (22) in Abhängigkeit der axialen Bewegung des Werkstückes ansteuerbar ist.
12. Vorrichtung nach einem der Ansprüche 10 oder 11, dadurch gekennzeichnet, daß die Kraftübertragungsmittel (24) Schmier- und Kühlmittel führende Leitungen (30) aufweisen.

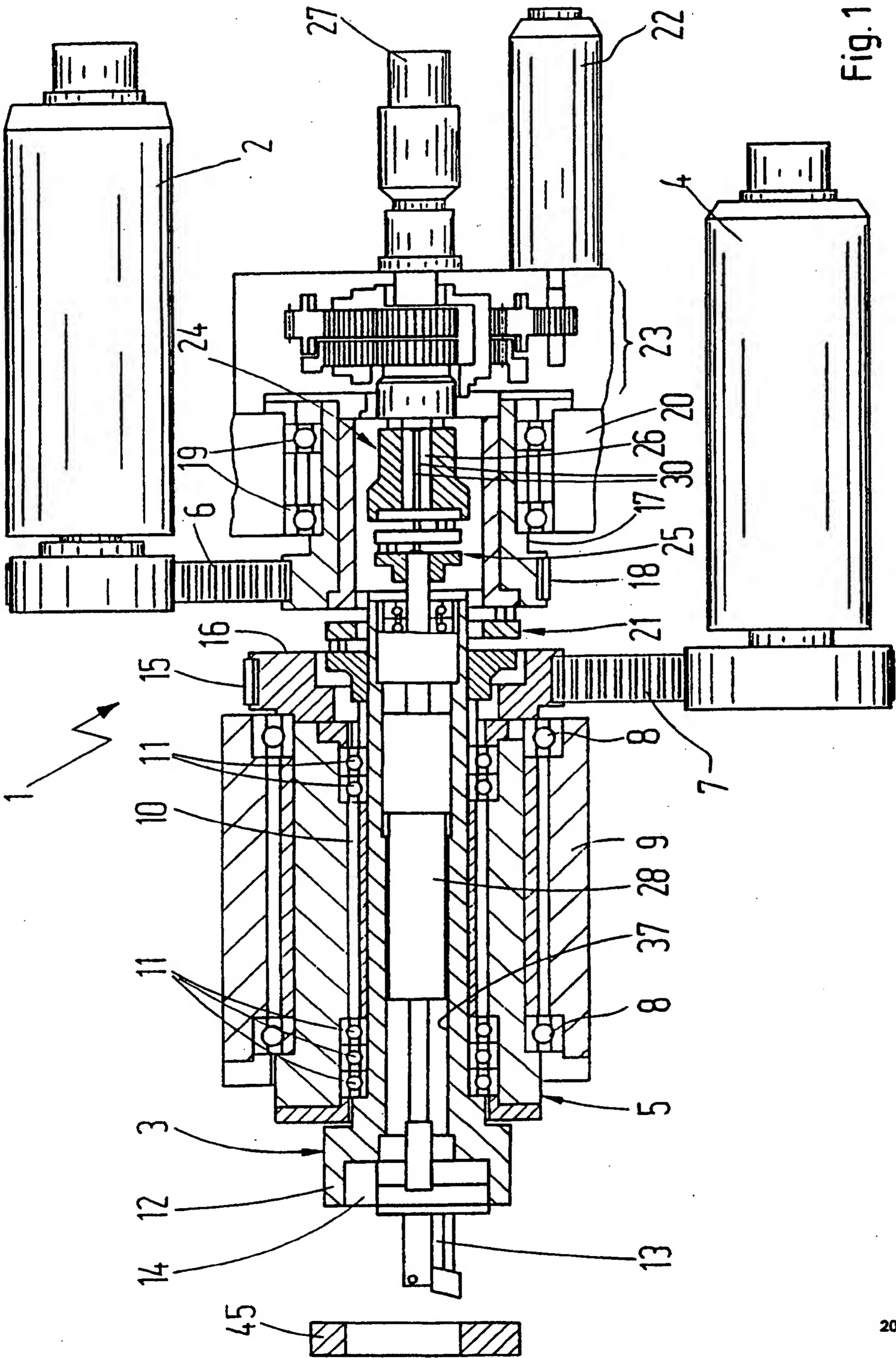
Hierzu 3 Seite(n) Zeichnungen

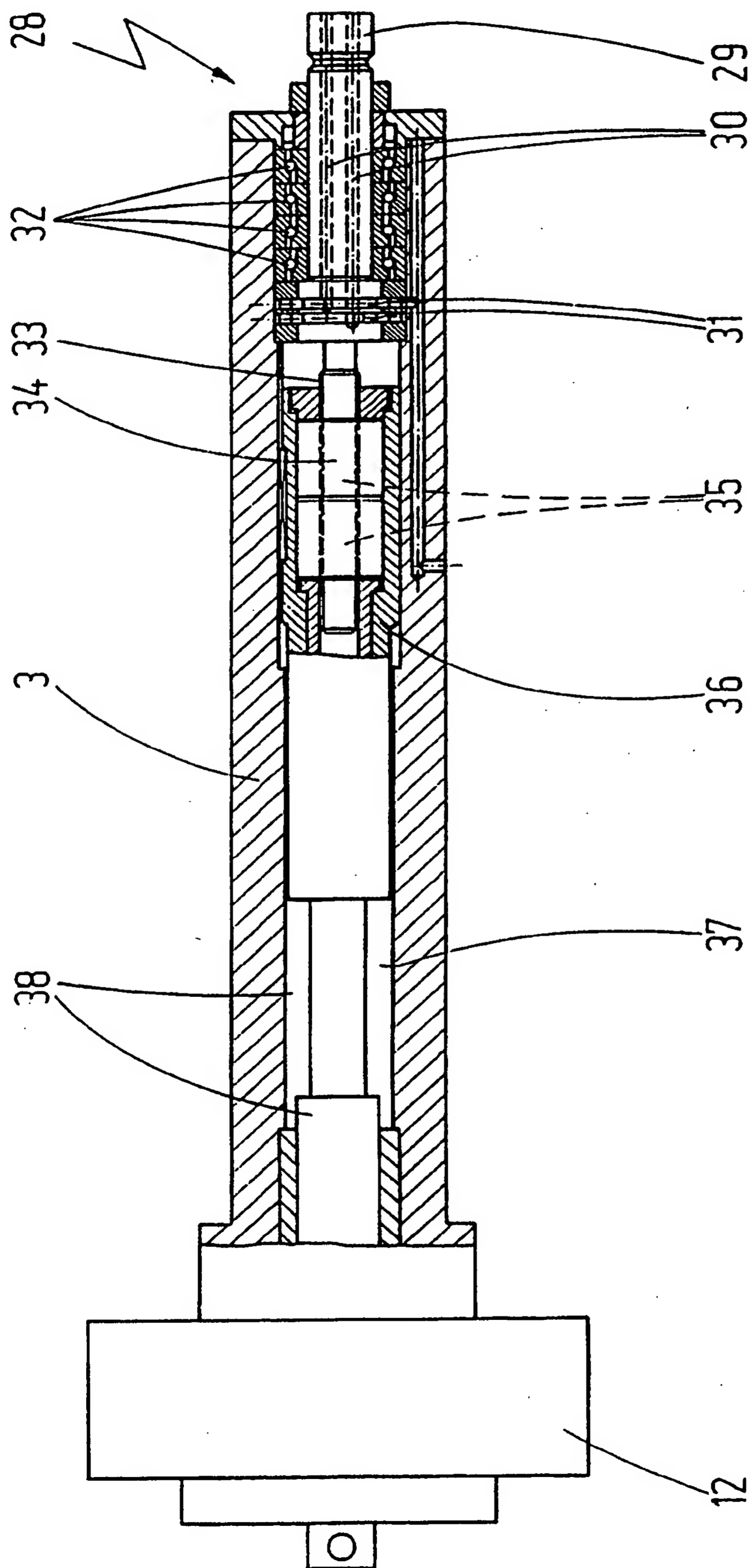
50

55

60

65





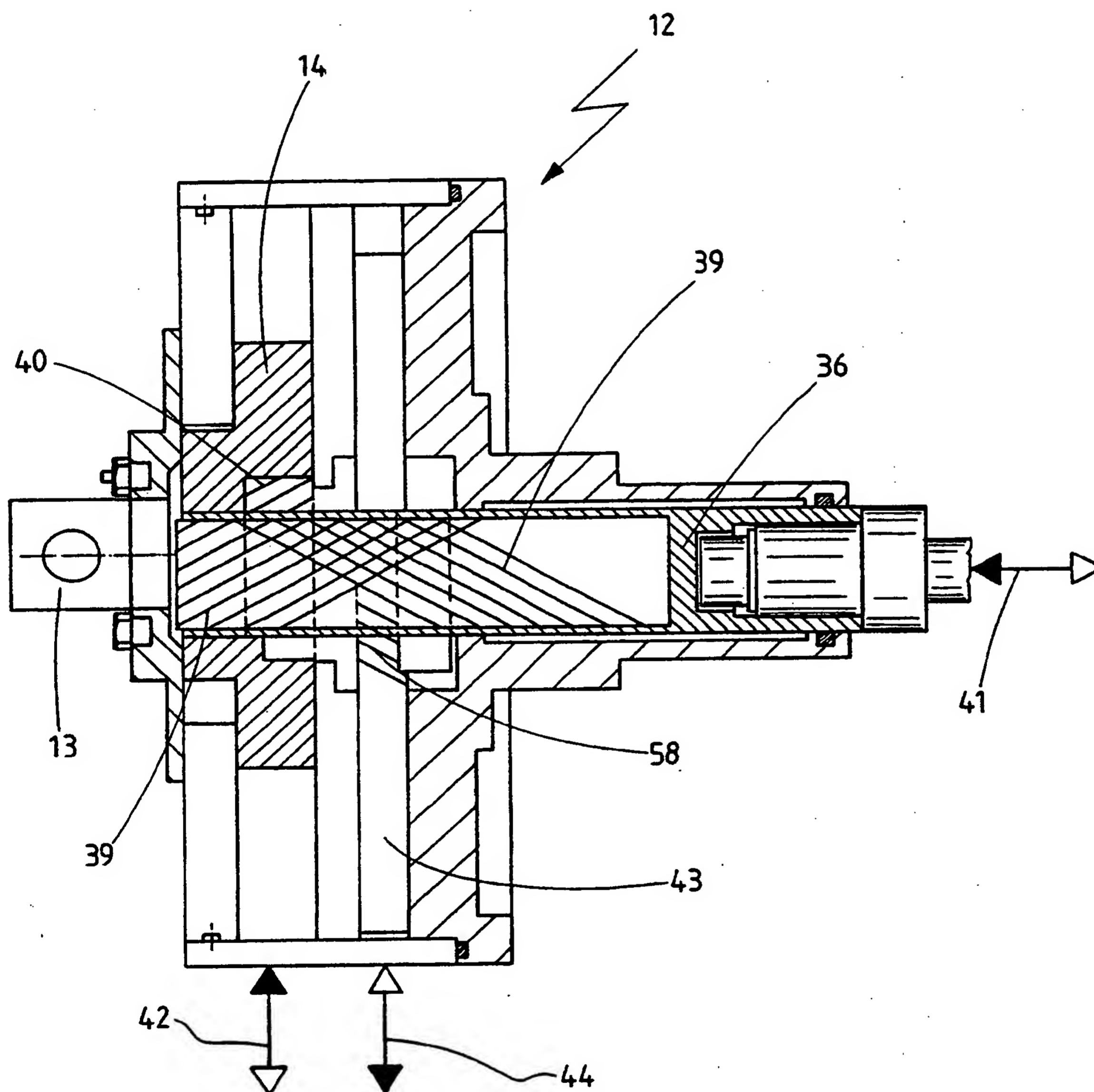


Fig. 3

German Patent No. 41 24 538 A1

Job No.: 991-99901

Ref.: 48604/0518615

Translated from German by the Ralph McElroy Translation Company
910 West Avenue, Austin, Texas 78701 USA

FEDERAL REPUBLIC OF GERMANY
 GERMAN PATENT OFFICE
 PATENT NO. 41 24 538 A1
 (Offenlegungsschrift)

Int. Cl. ⁵ :	B 23 B 5/44 B 23 Q 27/00
Filing No.:	P 41 24 538.5
Filing Date:	July 24, 1991
Date Laid Open to Public Inspection:	October 15, 1992
Priority	
Date:	March 28, 1991
Country:	DE
No.:	41 10 396.3

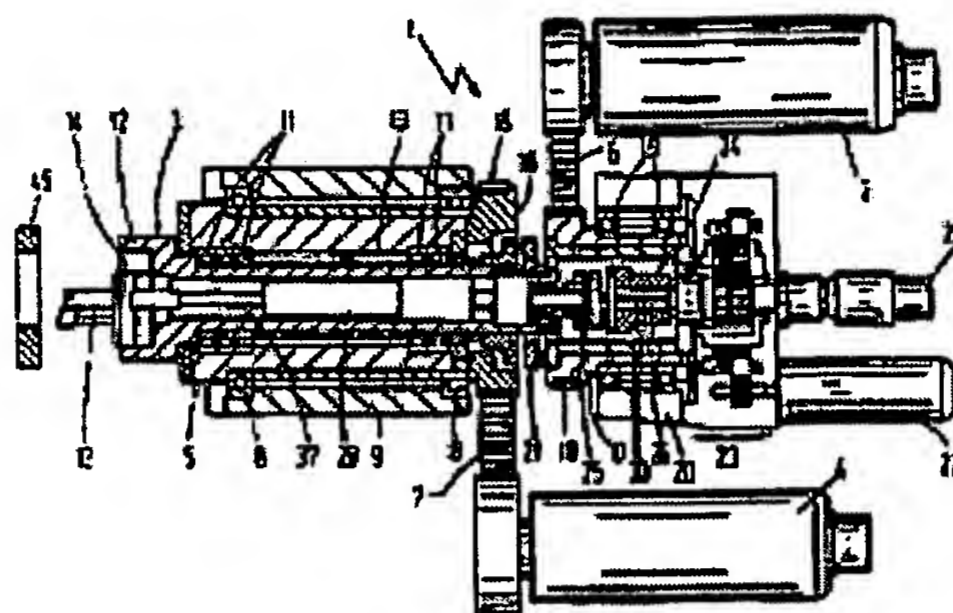
DEVICE FOR PROCESSING WORKPIECES

Inventor:	Heinz Stenzel 7213 Dunningen, DE
Applicant:	Heckler & Koch Maschinen- und Anlagenbau [Machine and Equipment Construction] GmbH 7230 Schramberg, DE
Agent:	R. Kohler et al., patent attorneys 7000 Stuttgart

Abstract

The invention pertains to a device (1) for processing workpieces that have a non-circular outside contour and/or inside contour, wherein said device comprises a rotatably supported and driven workpiece receptacle, a rotatably supported and driven tool spindle (3), a rotatably supported and driven eccentric spindle (5) that receives and supports the tool spindle (3) and in which the tool spindle (3) can be radially displaced, and a tool carrier (12) that is arranged on the tool spindle (3) and receives the tool (13). The variety of shapes that can be produced is

broadened by arranging the tool (13) in the tool carrier (12) such that it can be displaced relative to the tool carrier axis by means of a separate drive (22). This allows a radial adjustment of the tool (13) while the processing is carried out (Figure 1).



Description

The invention pertains to a device for processing workpieces that have a non-circular outside contour and/or inside contour, wherein said device comprises a rotatably supported and driven workpiece receptacle, a rotatably supported and driven tool spindle, a rotatably supported driven eccentric spindle that receives and supports the tool spindle and in which the tool spindle can be radially displaced, and a tool carrier that is arranged on the tool spindle and receives the tool.

Devices of this type are known, for example, from EP-PS 02 36 462. Such processing devices make it possible to produce workpieces with polygonal surfaces. In this case, the metal-cutting tool describes the curve required for the processing and movement relative to the workpiece. The path described by the tool is defined by the position of the tool spindle carrying the tool within the eccentric spindle, as well as by the relative movements between the eccentric spindle, the tool spindle and the workpiece. The tool spindle is supported in the eccentric spindle in such a way that a radial displacement of the work spindle axis relative to the eccentric spindle axis can be achieved. This results in a first eccentricity that depends on the distance between the axes of the eccentric spindle and the tool spindle. In addition, the axes of the eccentric spindle and the workpiece receptacle and consequently the workpiece can be radially displaced relative to one another such that a second eccentricity results. If the workpiece, the eccentric spindle and the tool spindle supported therein are set in rotation, the tool describes a cyclic curve. The ratio between the speed of the workpiece and the speed of the tool spindle defines the number of corners or the division of the polygonal profile, respectively. A thusly equipped processing machine makes it possible to produce elliptical and other non-circular contours, for example, for pump housings, armatures, positive clutches, trochoidal pumps, homokinetic joints, free-running hubs and the like. For example, P3G polygonal profiles can be produced in the form of internal

and external profiles for shaft and hub connections that, consequently, would no longer have to be produced in the form of conventional feather-key and splined-shaft connections. Although it has been determined that such profiles can be produced with very high accuracy, the shape of the profile remains limited to the cylindrical shape that, under certain circumstances, may also be coiled. Cone or conical profiles cannot be produced with this known device.

Consequently, the invention is based on the objective of additionally developing a device of the initially described type in such a way that a broader variety of profiles can be produced.

According to the invention, this objective is attained in that the tool is arranged in the tool carrier such that it can be displaced relative to the tool carrier axis by means of a separate drive, wherein power-transmitting means are concentrically arranged in the tool spindle and connected to the tool.

The profile to be produced is defined by the rotational speeds of the workpiece, the workpiece spindle and the eccentric spindle, the eccentricities between the workpiece axis and the eccentric spindle axis, between the eccentric spindle axis and the tool spindle axis and between the tool spindle axis and the lip of the tool, and by the phase positions of the workpiece, the tool spindle and the eccentric spindle. The drive according to the invention for adjusting the eccentricity of the lip of the tool relative to the tool spindle axis while the processing is carried out makes it possible, for example, to produce cone or conical profiles while preserving the base contour of the polygon. The cone angle may be constant or variable.

Crowned shapes consequently can also be produced in the workpiece axis.

It is advantageous that the drive according to the invention not only allow arbitrary change in the eccentricity of the lip of the tool while the entire device is a standstill, but also while processing is carried out. This means that the eccentricity can be arbitrarily varied. In this case, the drive may be controlled in dependence on one or more rotational speeds and/or the axial advance of the tool or the workpiece, respectively. Consequently, the drive is not dependent on the movements of the tool spindle and the workpiece. The drive is also not dependent on the movement of the eccentric spindle.

According to one preferred embodiment, the drive is connected to the tool with the aid of power-transmitting means that extend through the tool spindle. This makes it possible to spatially separate the drive and the tool spindle such that the movement of the power-transmitting means and consequently the tool are not directly influenced by the tool spindle or by the eccentric spindle. If the movement of the tool should be coupled to the movement of the tool spindle, additional power-transmitting means may be provided, for example, a gear or the like.

According to one preferred embodiment, the drive is arranged in the opposite region of the tool spindle relative to the tool carrier. This provides the advantage that one end of the

power-transmitting means can be connected to the tool and the other end can be connected to the drive, wherein both ends lie outside the tool spindle.

According to an advantageous additional development, the tool is mounted on the tool carrier by means of a slide that can be displaced on the tool carrier. This slide makes it possible to precisely adjust the position of the tool in the radial direction, wherein the slide is able to absorb forces in the tangential direction and in the circumferential direction because it can only be displaced in the radial direction. This means that a reliable support of the tool is ensured. It is preferred that the slide be displaced to either side of the tool holder axis by 15 mm, particularly by 10 mm. This adjustment corresponds to the eccentricity of the tool relative to the tool spindle axis.

According to one advantageous embodiment, the tool is connected to the drive with the aid of power-transmitting means that convert a rotational movement of the drive into a linear movement. These power-transmitting means result in a translational movement of the slide, wherein this movement also takes place independently of the rotational movement of the tool spindle.

In this case, the power-transmitting means comprise a spindle unit for moving an adjusting nut of a linear drive. The conversion of the rotational movement into translational movement takes place in the adjusting nut that encompasses the spindle unit without play.

The spindle unit is advantageously formed by a ball screw or a roller screw. This makes it possible to achieve a transmission of power with particularly low friction.

The end of the power-transmitting means on the tool side is advantageously provided with a helical gearing that is engaged with a helically geared rack provided on the slide. This causes the translational movement extending in the axial direction to be converted into a translational movement that extends perpendicular thereto in the radial direction. As an alternative to this helical gearing, it would also be possible to realize the end of the power-transmitting means on the tool side in the form of a rack that is engaged with a rack arranged on the slide by means of a pinion gear. These power-transmitting means transmit the rotational movement as far as the slide.

According to one particularly preferred embodiment, the power-transmitting means revolve with the rotational speed of the tool spindle while the drive is at a standstill. In this case, the power-transmitting means do not carry out a translational movement, so that the slide and consequently the tool are at rest relative to the tool holder. This position of rest is not dependent on the rotational speed of the tool spindle.

It is advantageous if the power-transmitting means are at rest relative to the tool spindle while the drive is at a standstill. When producing cylindrical shapes, no relative movement between the power-transmitting means and the tool spindle is necessary, wherein it is neither

required to control the drive nor to superimpose movements in a gear that drives the power transmitting elements.

According to one preferred embodiment, the drive control is dependent on the rotational speed of the tool spindle. This may be the case in drives that drive the power-transmitting means via a gear. However, this may also be the case in drives that directly drive the power-transmitting means. In these variations, the drive revolves with the same rotational speed as the tool spindle if an adjustment of the tool is not desired, so that the power-transmitting means are at rest relative to the tool spindle. If the tool needs to be adjusted, the drive is controlled in such a way that the rotational speed differs from the rotational speed of the tool spindle. This difference in rotational speeds causes the power-transmitting means to turn relative to the tool spindle, wherein the slide carrying the tool is moved with the aid of this difference in rotational speeds. In this case, a positive difference in the rotational speeds results in a movement of the slide in one direction and a negative difference in the rotational speeds results in a movement of the slide in the other direction.

According to one additional development, the drive is controlled with dependence on the axial movement of the workpiece. This makes it possible to produce highly precise cones. If the drive is coupled with the power-transmitting means via a gear, the control of the drive no longer has to be dependent on the rotational speed of the tool spindle. If the drive and the power-transmitting means are directly coupled, it is necessary to control the drive dependent on the rotational speed of the tool spindle, wherein the rotational speed of the drive also must be dependent on the axial movement of the workpiece relative to the tool.

According to one preferred additional development, the power-transmitting means contain conduits for delivering a lubricant and a coolant. A lubricant is delivered to the bearings of the power-transmitting means and of the tool spindle via these conduits.

In addition, a coolant is delivered to the tool received in the tool carrier. The coolant and the lubricant are introduced on the opposite end of the power-transmitting means, relative to the tool, with the aid of a rotary distributor.

Other advantages, characteristics and details of the invention are disclosed in the following description, in which one particularly preferred embodiment of the invention is discussed in greater detail with reference to the figures. Shown are:

Figure 1, a schematic representation of the device;

Figure 2, a cross section of the power-transmitting means provided in the eccentrically supported tool spindle, and

Figure 3, a cross section of the tool carrier.

Figure 1 shows a schematic representation of the processing device, which is identified by the reference symbol 1. Figure 1 also shows a drive 2 for a tool spindle 3 and a drive 4 for an

eccentric spindle 5. The drives 2 and 4 consist of electronically controlled servomotors that can be continuously adjusted to rotational speeds between 0 and 4000 min^{-1} . The transmission of power from the drive 2 to the tool spindle 3 is realized with a first toothed belt 6, and the transmission of power from the drive 4 to the eccentric spindle 5 is realized with a second toothed belt 7. A gear is not required for the drives 2 and 4 because they can be controlled electronically. In another embodiment not illustrated in the figures, a step-up gear or a step-down gear may also be provided.

The figures indicate that bearings 8 support the eccentric spindle 5 on a receptacle 9 that is rigidly connected to the housing. The eccentric spindle 5 is formed by two eccentric sleeves that are inserted into one another, wherein both eccentric sleeves respectively contain one eccentric bore. The axis of the bore of the inner sleeve can be radially adjusted relative to the rotational axis of the eccentric spindle 5 by mutually turning both eccentric sleeves. The maximum adjustment lies at 6 mm in this embodiment. For reasons of simplicity, the eccentric spindle 5 is illustrated as a unit in Figure 1, wherein the bore of the eccentric spindle 5 corresponds to the bore of the inner eccentric sleeve. The tool spindle 3 is fixed in this bore 10 by means of bearings 11. This means that the position of the rotational axis of the tool spindle 3 can be radially displaced relative to the rotational axis of the eccentric spindle 5 by turning the two (not-shown) eccentric sleeves.

The left end of the tool spindle 3 shown in Figure 1 is realized in the form of a tool carrier 12, on which a tool 13 is mounted. In this case, the tool 13 is supported in the tool carrier 12 such that it can be radially displaced by means of a slide 14. Relative to the axis of the tool carrier 12, the displacement path has a length of 10 mm such that a maximum adjustment of 20 mm can be carried out.

As mentioned above, the transmission of power from the drive 4 to the eccentric spindle 5 is realized with the aid of a toothed belt 7. This toothed belt engages on a gear rim 15 on the eccentric spindle 5. This gear rim 15 is situated on a sleeve-shaped element 16, through which the tool spindle 3 extends in the axial direction. The tool spindle 3 is driven with the aid of the drive 2 that drives a sleeve-shaped element 17 by means of the toothed belt 6, wherein the toothed belt engages on a gear rim 18 on the sleeve-shaped element. Bearings 19 support this sleeve-shaped element on a receptacle 20 that is rigidly connected to the housing. The transmission of power from the sleeve-shaped element 17 to the tool spindle 3 is realized with the aid of a centrifugal clutch 21 that compensates the eccentricity between the axis of the tool spindle 3 and the rotational axis of the sleeve-shaped element 17. Instead of utilizing the centrifugal clutch 21, it would also be conceivable to employ other clutches that eccentrically transmit rotational movements. If the tool spindle 3 is radially displaced within the bore of the eccentric spindle 5, the position of the sleeve-shaped element 17 relative to the receptacle 20

remains unchanged, and the two rotational axes of the tool spindle 3 and the sleeve-shaped element 17 are spaced apart from one another, i.e., they have a certain eccentricity. Despite this eccentricity, the rotational movement of the sleeve-shaped element 17 is transmitted to the tool spindle 3 via the centrifugal clutch 21 and consequently to the tool 13 situated in the tool carrier 12.

The processing device 1 is also equipped with another drive 22 for radially adjusting the tool 13 in the tool carrier 12. The drive 22 is connected to power-transmitting means 24 via a gear that is identified by the reference symbol 23, wherein the power-transmitting means 24 engage on the slide 14. The power-transmitting means 24 are described in greater detail below with reference to Figure 2. The gear is also described in greater detail below in connection with the description of Figure 3.

The power-transmitting means 24 contain a first section 28 that can be radially displaced and is arranged in a lead-through [sic] 37 in the tool spindle 3. Since the tool spindle 3 can be radially displaced relative to the eccentric spindle 5 and consequently relative to the housing, this section of the power-transmitting means 24 can also be moved radially relative to the housing. In order to allow the transmission of power from the drive 22 that is rigidly connected to the housing to the section 28 that can be radially displaced via the gear 23, the radially movable section 28 of the power-transmitting means 24 is also provided with a centrifugal clutch 25 that connects this section 28 to a section 26 that cannot be radially displaced.

The power-transmitting means 24 are also provided with a rotary distributor 27 for a lubricant and a coolant, wherein the lubricant is delivered to the bearing points through conduits that extend in the power-transmitting means 24, and wherein the coolant is delivered to the tool 13 through additional conduits. The constructive design of the displaceable section 28 is illustrated in detail in Figure 2. The workpiece 45 can be processed with the tool 13 as illustrated in Figure 1. Eccentric recesses can be easily produced with high precision as illustrated in an exemplary fashion on the workpiece 45.

Figure 2 shows the section of the power-transmitting means 24 that is identified by the reference symbol 28 and that is supported in the tool spindle 3 by means of several bearings 32. The thusly supported shaft 29 is realized in the form of a spindle unit 34 on its end that faces the tool carrier 12 and is provided with a thread 33 that is encompassed by two oppositely tightened adjusting nuts 35. When the shaft journals 29 are turned, the spindle unit 34 is screwed into the adjusting nut 35 to the corresponding degree. This adjusting nut 35 is fixed on a slide 36. The spindle unit 34 containing the thread 33, as well as its extension up to the shaft journal 29, are rotatable, but fixed in the bore 37 of the tool spindle 3 such that they cannot be displaced in the axial direction. Consequently, a rotational movement of the shaft journal 29 causes a rotational movement of the spindle unit 34 and consequently an axial displacement of the spindle nut 35 on

the thread 33 of the spindle unit 34. Since the adjusting nut 35 is accommodated in a rotationally rigid fashion in the slide 36 and the slide 36 is accommodated in a rotationally rigid fashion in the tool spindle 3, the slide 36 is displaced in accordance with the rotational movement of the shaft journal 29. This translational movement is transmitted into the interior of the tool carrier 12 by means of screwed-on intermediate elements 38. The shaft journal 29 accommodates lubricant and coolant conduits 30 that lead to the bearing points via transverse bores 31.

According to Figure 3, the front section of the slide 36 is conventionally provided with a helical gearing 39. This helically geared section is engaged with a rack on the slide 14 that is also equipped with a helical gearing 40 [sic] such that the movement of the slide 36 in the direction of the arrow 41 is converted into a movement on the slide 14 in the direction of the arrow 42. Since the helical gearing 39 is provided on the slide 36 on two opposite sides, a movement of the slide 36 in the direction of the arrow 41 causes not only the slide 14 to be moved, but also a balancing element 43. The movements of the slide 14 and of the balancing element 43 take place in opposite directions as indicated by the inverse arrow 44. For example, if the slide 36 shown in Figure 2 is displaced toward the right, the slide 14 is displaced downward and the balancing element 43 is displaced upward. The weight distribution of the slide 14 and of the balancing element 43 remains equivalent within the tool carrier 12.

Claims

1. A device for processing workpieces that have a non-circular outside contour and/or inside contour, wherein said device comprises a rotatably supported and driven workpiece receptacle, a rotatably supported and driven tool spindle (3), a rotatably supported and driven eccentric spindle (5) that receives and supports the tool spindle (3) and in which the tool spindle (3) can be radially displaced, and a tool carrier (12) that is arranged on the tool spindle (3) and receives the tool (13), characterized by the fact that the tool (13) is arranged in the tool carrier (12) such that it can be displaced relative to the tool carrier axis by means of a separate drive (22), wherein power-transmitting means (24) are concentrically arranged within the tool spindle (3) and connected to the tool (13).
2. The device according to Claim 1, characterized by the fact that the drive (22) is not dependent on the movement of the tool spindle (3).
3. The device according to Claim 1 or 2, characterized by the fact that the drive (22) is not dependent on the movement of the eccentric spindle (5).
4. The device according to one of the preceding claims, characterized by the fact that the drive (22) is arranged in an opposite region of the tool spindle (3) relative to the tool carrier (12).

5. The device according to one of the preceding claims, characterized by the fact that the tool (13) is mounted on the tool carrier (12) by means of a slide (14) that can be radially displaced on the tool carrier (12).

6. The device according to one of the preceding claims, characterized by the fact that the tool (13) is connected to the drive (22) with the aid of power-transmitting means (24) that convert a rotational movement of the drive (22) into a linear movement.

7. The device according to one of Claims 1-6, characterized by the fact that the power-transmitting means (24) comprise a spindle unit (34) for moving an adjusting nut (35) of a linear drive.

8. The device according to Claim 7, characterized by the fact that the spindle unit (34) is formed by a ball screw or a roller screw.

9. The device according to one of Claims 6-8, characterized by the fact that the end of the power-transmitting means (24) on the tool side is provided with a helical gearing (39) that is engaged with a helically geared rack (40) provided on the slide (14).

10. The device according to one of the preceding claims, characterized by the fact that the drive (22) can be controlled in dependence on the rotational speed of the tool spindle (3).

11. The device according to one of the preceding claims, characterized by the fact that the drive (22) can be controlled within dependence on the axial movement of the workpiece.

12. The device according to Claim 10 or 11, characterized by the fact that the power-transmitting means (24) contain conduits (30) for delivering a lubricant and a coolant.

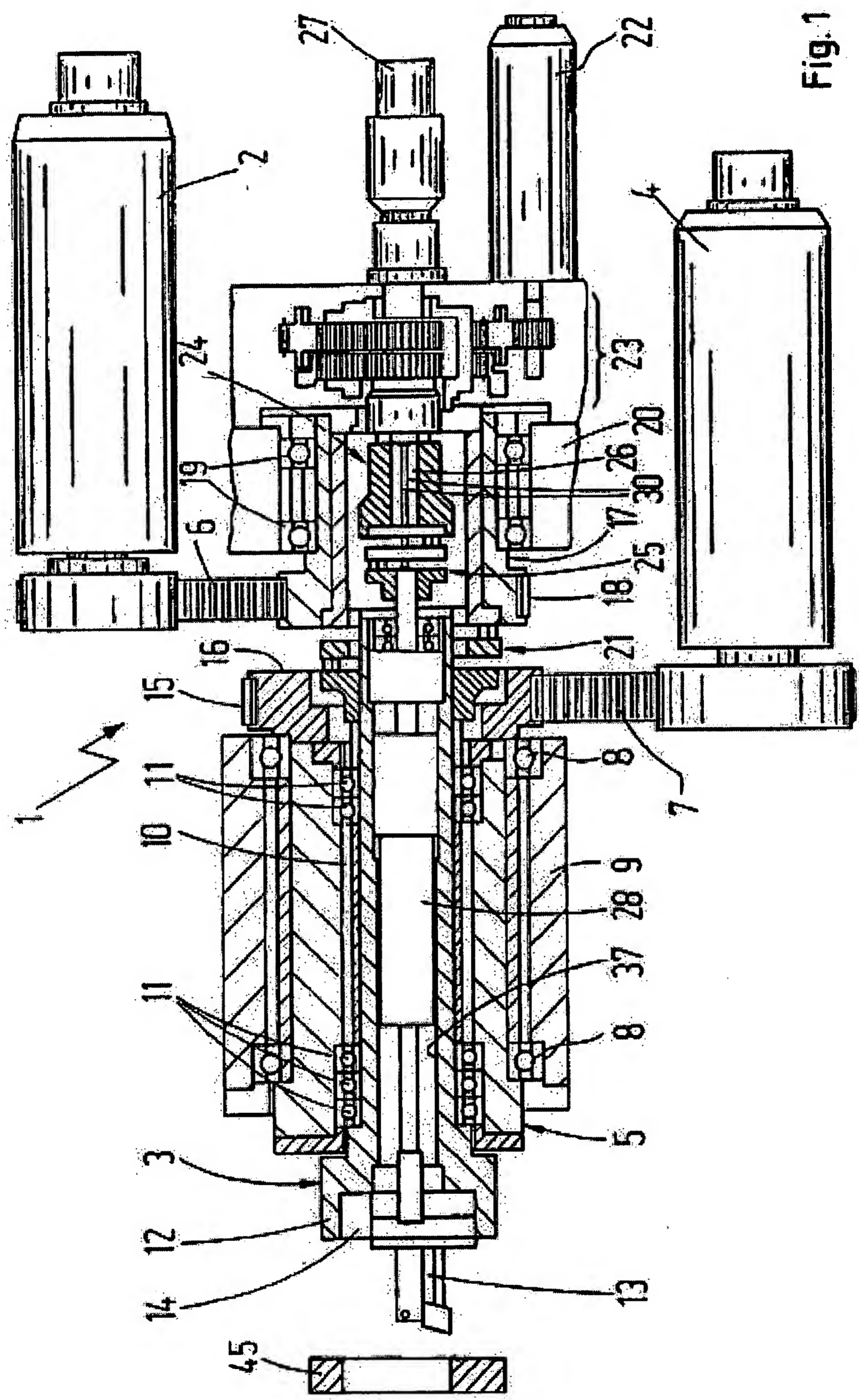


Fig. 1

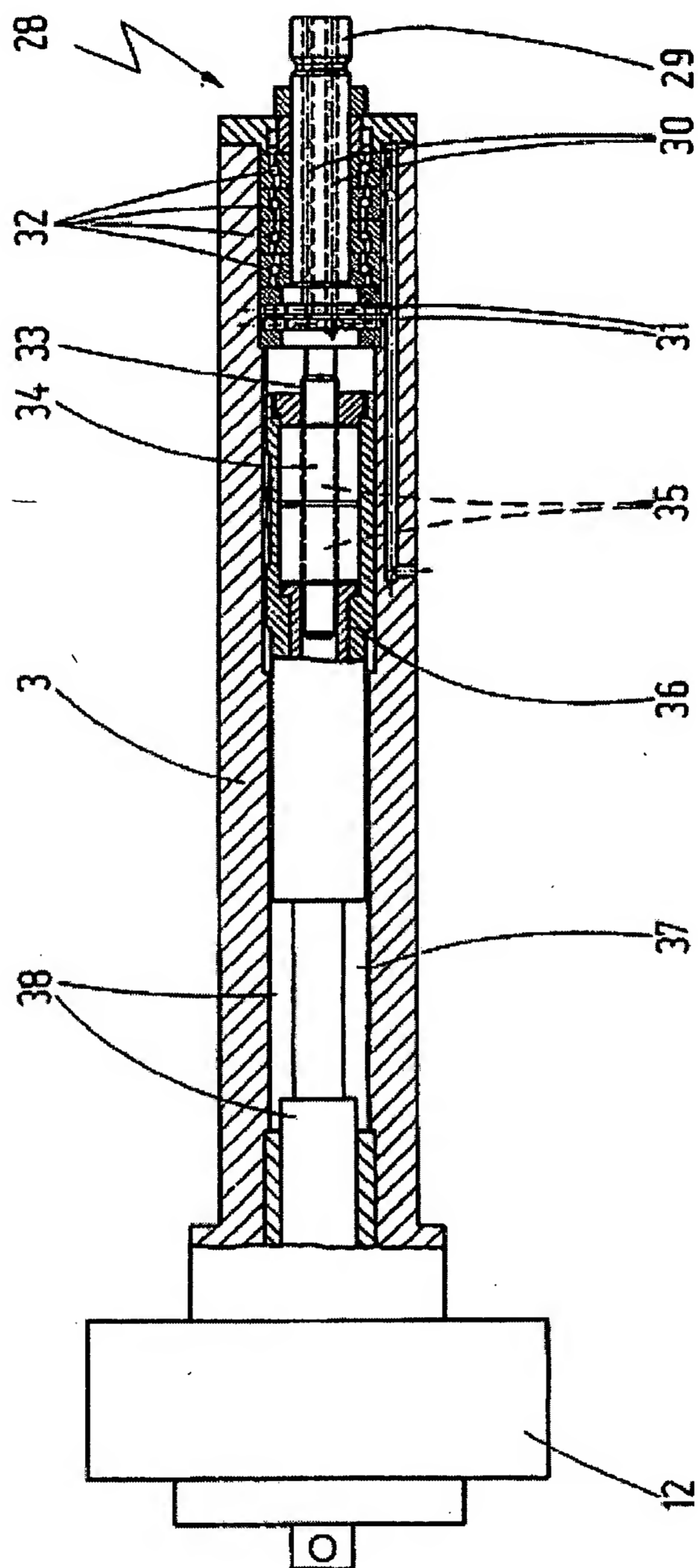


Fig. 2

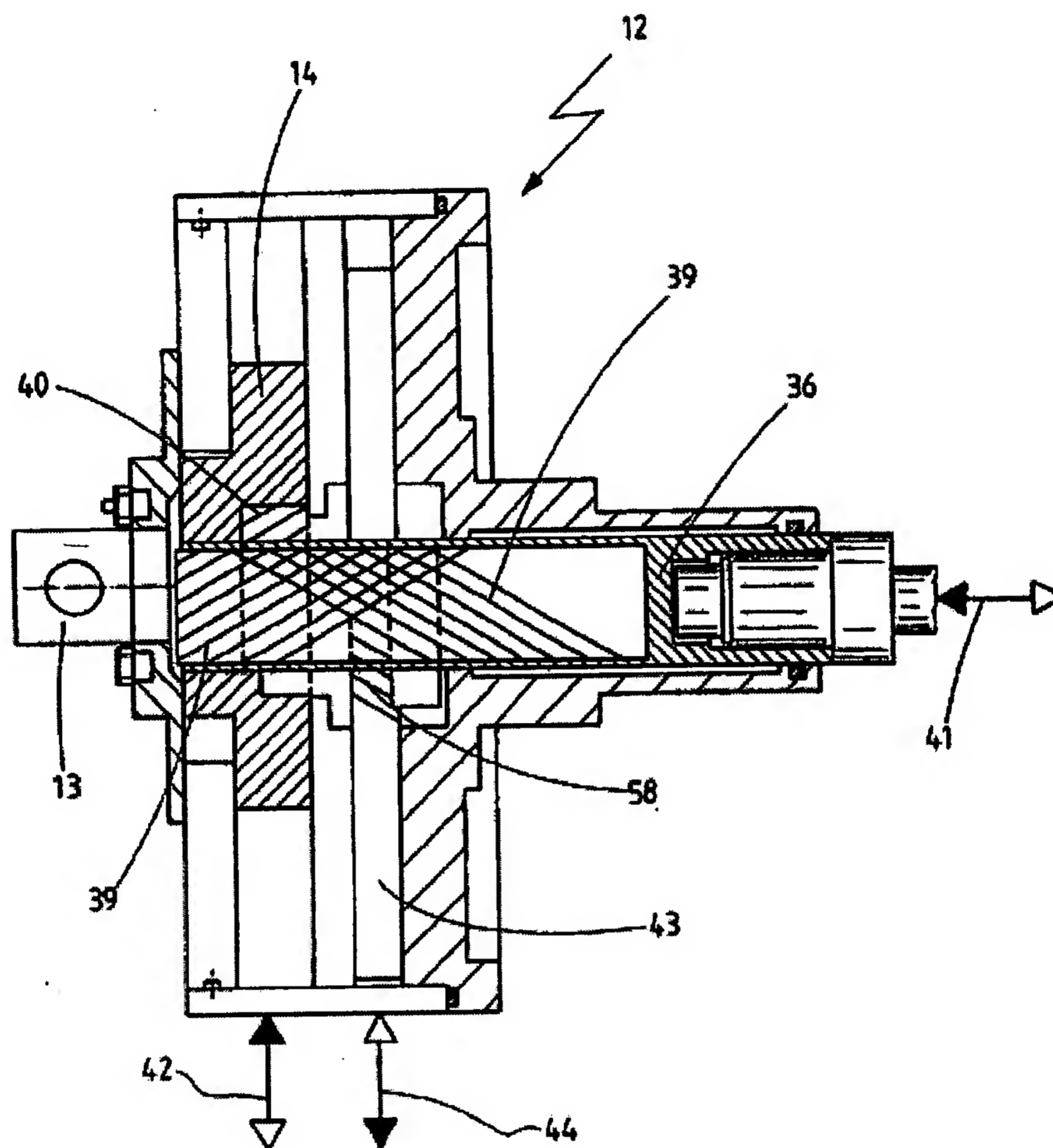


Fig. 3